

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-206555

(43)Date of publication of application : 28.07.1992

(51)Int.Cl.

H01L 23/36

(21)Application number : 02-329248

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 30.11.1990

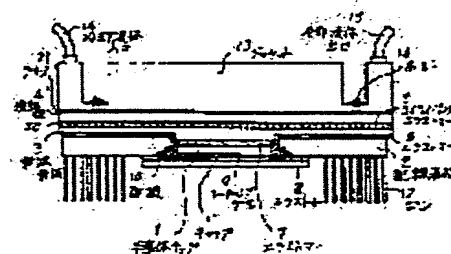
(72)Inventor : HATADA TOSHIO  
MATSUSHIMA HITOSHI  
KUWABARA HEIKICHI  
NAKAJIMA TADAKATSU  
OHASHI SHIGEO  
INOUE KO  
SATO MOTOHIRO  
OTSUKA KANJI  
SHIRAI MASAYUKI  
OBA TAKAO  
YAMAGIWA AKIRA

BEST AVAILABLE COPY

## (54) COOLING DEVICE FOR ELECTRONIC EQUIPMENT

### (57)Abstract:

PURPOSE: To make it possible to connect easily various heat sinks according to the amount of heat generation of a semiconductor chip by a method wherein an elastomer layer, which is an elastic heat conductor, is provided between a heat diffusion plate and a coupling plate and the coupling plate is provided with a removable heat sink fixing means. CONSTITUTION: Heat generated in a semiconductor chip 1 is transferred to a heat diffusion plate 3 via an elastomer layer 7 and a coating gel layer 9. Moreover, the heat is transferred to a coupling plate 4, a grease layer 21 and a jacketing layer 13 via a coil spring-shaped elastomer layer 5 and is exhausted by a cooling fluid. As a result, the elastomer layer 5 absorbs the displacement of the chip 1 by the connection of the jacketing layer 13 and the like with external heat sinks and an excess force is never applied to the chip 1. Accordingly, the heat sinks can be easily connected by simply bolting. Even if the thermal displacement of the chip is generated by a temperature difference between the jacketing layer 3 and the plate 3, the elastomer layer 5 can absorb the displacement. Thereby, the reliability of the chip 1 is improved.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

## ⑫ 公開特許公報(A)

平4-206555

⑪ Int. Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成4年(1992)7月28日

H 01 L 23/36

7220-4M H 01 L 23/36

D

審査請求 未請求 請求項の数 10 (全 8 頁)

⑭ 発明の名称 電子機器の冷却装置

⑮ 特 願 平2-329248

⑯ 出 願 平2(1990)11月30日

⑰ 発 明 者 畑 田 敏 夫 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内  
 ⑰ 発 明 者 松 島 均 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内  
 ⑰ 発 明 者 桑 原 平 吉 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内  
 ⑰ 発 明 者 中 島 忠 克 茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内  
 ⑰ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
 ⑰ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名  
 最終頁に続く

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

電子機器の冷却装置

## 2. 特許請求の範囲

1. 配線基板上に配置された半導体チップと、該半導体チップの熱を放熱するためのヒートシンクを備えた電子機器の冷却装置において、前記半導体チップにエラストマーを介して接着された熱伝導板と、該熱伝導板に柔軟性を有する熱伝導体を介して設置した連結板とを一体状に形成し、該連結板にヒートシンクを取り付けることを特徴とする電子機器の冷却装置。
2. 配線基板上に配置された複数の半導体チップと、該半導体チップの熱を放熱するためのヒートシンクを備えた電子機器の冷却装置において、前記複数の半導体チップを水枕状エラストマーを介して連結板を設置し、該連結板にヒートシンクを取り付けることを特徴とする電子機器の冷却装置。
3. 配線基板上に配置された半導体チップと、該

半導体チップの熱を放熱するためのヒートシンクを備えた電子機器の冷却装置において、前記ヒートシンクがヒートパイプであって、該ヒートパイプと前記半導体チップとを混合材エラストマーを介して熱的に接続させたことを特徴とする電子機器の冷却装置。

4. 配線基板上に配置された複数の半導体チップと、該半導体チップの熱を放熱するためのヒートシンクを備えた電子機器の冷却装置において、前記ヒートシンクがヒートパイプであって、該ヒートパイプの両面に設けた混合材エラストマーを介して前記複数の半導体チップと前記ヒートパイプとを熱的に接続させたことを特徴とする電子機器の冷却装置。
5. 配線基板上に配置された半導体チップと、該半導体チップの熱を放熱するためのヒートシンクを備えた電子機器の冷却装置において、前記ヒートシンクを連結板に取り付けるとともに、少なくとも該連結板に熱的に接続する伸縮する熱伝導体を介して前記半導体チップと前記ヒート

トシンクとを熱的に接続させたことを特徴とする電子機器の冷却装置。

6. 前記熱伝導体が、ゴム状部材である請求項 1 又は 5 に記載の電子機器の冷却装置。

7. 該熱伝導体が、コイルバネ状部材である請求項 1 又は 5 に記載の電子機器の冷却装置。

8. 該熱伝導体が、木枕状部材である請求項 1 又は 5 に記載の電子機器の冷却装置。

9. 該熱伝導体が、金網状部材である請求項 1 又は 5 に記載の電子機器の冷却装置。

10. 該熱伝導体が、平バネ状部材である請求項 1 又は 5 に記載の電子機器の冷却装置。

### 3. 発明の詳細な説明

#### 〔産業上の利用分野〕

本発明は半導体チップを搭載した電子機器の冷却装置に係わり、発熱量に応じた冷却を可能とし、半導体チップの変形などを防止するのに好適な電子機器の冷却装置に関する。

#### 〔従来の技術〕

従来の技術として、エレクトロニクス 1989

年 8 月号第 29 頁、特開昭 63-289847 号公報に記載の従来の技術は、複数の半導体チップを弾性体を介して冷却ジャケットをボルトにより取り付け、半導体チップを冷却するようにした冷却装置がある。

又、特開昭 61-74356 号公報に記載のように、複数の半導体チップを弾性体を介して冷却ジャケットをボルトにより取り付け、半導体チップを冷却するようにした冷却装置がある。

又、ヒートシンクを取りはずし可能としたものとして、特開平 1-286455 号公報に記載のように、絶縁基板に搭載された半導体チップとこの半導体チップに取り付けられた突条付熱伝体と加圧パネと回転球を設けたヒートシンクからなり、突条付熱伝体の案内機構に案内させた絶縁基板と平行方向に移動させて着脱させたものがある。

〔発明が解決しようとする課題〕

エレクトロニクス 1989 年 8 月号第 29 頁および特開昭 63-289847 号公報に記載の従来の技術は特定の形状のヒートシンクと一体になった構造である。このような構造の場合、内蔵するチップの発熱量に応じた別の形状のヒートシンクを取り

付ける必要があるが、その都度熱伝導に優れ、信頼性の高い接続方法を一体的に取り付ける必要があった。

又、特開昭 61-74356 号公報に記載の従来の技術は、複数の半導体チップを熱伝導性の良い繊維綿からなる弾性体を介してジャケットを取り付けているが、熱伝導率を向上させるために、弾性体層を薄くした時ジャケットの取り付け精度を向上させなければ、半導体チップに余分な力が作用するものであった。

又、特開平 1-286455 号公報に記載の従来の技術は、取りはずしは可能であるが加圧パネにより突条付熱伝体を介して力が半導体チップに作用するものであった。

〔発明が解決しようとする課題〕

エレクトロニクス 1989 年 8 月号第 29 頁、特開昭 63-289847 号公報に記載の従来の技術は、特定形状のヒートシンクと一体になった構造であるため、内蔵するチップの発熱量が増加する使い

方をする時、それに応じた別の形状のヒートシンクを取り付ける必要があるが、熱伝導に優れ、信頼性の高い接続方法をその都度適用しなければならず、システム全体の冷却に対してフレキシブルなものではなかった。

又、特開昭 61-74356 号公報に記載のものは、複数の半導体チップに対して冷却ジャケットを取り付けるものであるため、各々の半導体チップの発熱量に応じた冷却ができるのではなく、システム全体の冷却に対してフレキシブルなものではなかった。

又、特開平 1-286455 号公報に記載のものは、ヒートシンクが取りはずし可能なものであるが、突条付熱伝体の案内機構に案内されて絶縁基板と平行方向に移動させて着脱させるものであり、加圧パネにより絶縁基板、突条付熱伝体に力が作用しやすいものであった。又、熱伝導性を良くするためには、組み立て精度が要求されるものであった。

本発明の第 1 の目的は、LSI の発熱量に応じて、空冷ヒートシンク、水冷ヒートシンクなどの

種々の形状のヒートシンクを取り付ける場合にヒートシンクと熱拡散板の熱歪差の吸収や外圧の吸収が可能で、かつ熱伝導に優れた取付け構造を備えた電子機器の冷却装置を提供することにある。

本発明の第2の目的は、半導体チップ各々の発熱量に応じた冷却ジャケットを取りはずし可能とし、システム構築にフレキシブルな電子機器の冷却装置を提供することにある。

本発明の第3の目的は、大きさや高さの異なる半導体チップを冷却できる電子機器の冷却装置を提供することにある。

#### 〔課題を解決するための手段〕

上記第1の目的を達成するために、本発明の電子機器の冷却装置は、半導体チップを冷却するための熱拡散板と連結板との二つの層の間にゴム状体、コイル状態等の弾性熱伝導体からなるエラストマー（弾性体）層を設けるようにしたものである。

上記第2の目的を達成するために、本発明の電子機器の冷却装置は、エラストマー（弾性体）層

第2にエラストマー層を介して半導体チップと熱的に接続させた連結板にヒートシンクを固定するための取りはずし可能な固定手段を設けているので、システムの冷却装置を構築する場合に発熱量に応じたヒートシンクを自在に取りつけられるので、フレキシブルに設置できる。

第3に、複数の半導体チップと連結板との間に水枕状エラストマーあるいは混合材エラストマーを設けているので、半導体チップの大きさや高さが異なっても自在に変形して、半導体チップと連結板とは密着性良く接触する。

#### 〔実施例〕

以下本発明の一実施例を第1図および第2図により説明する。第1図はLSI冷却装置の縦断面図であり、第2図はエラストマー部の斜視図である。

第1図において、2は搭載用配線基板であり、主として、複数の半導体チップを搭載するためのものである。1は半導体チップであり、搭載用配線基板2の凹部に設けられている。この半導体チ

ップを介して半導体チップと熱的に接続させた連結板にヒートシンクを固定するための取りはずし可能な固定手段を設けたものである。

上記第3の目的を達成するために、本発明の電子機器の冷却装置は、複数の半導体チップと連結板との間に水枕状エラストマーあるいは混合材エラストマーを設けたものである。

又、上記混合材エラストマーをヒートパイプの両側に設けたものである。

#### 〔作用〕

第1に半導体チップを冷却するための熱拡散板と連結板との2つの層の間にゴム状体、コイル状体等の弾性熱伝導体からなるエラストマー層を設けているので、外部ヒートシンクを接続する場合、熱歪の吸収などを考える必要がなく、単にボルト締めなどの手段を用いてヒートシンクと発熱体を接続することが可能になる。従って、LSIチップの発熱量に応じて種々のヒートシンクを容易に接続することができる。又、エラストマー層で熱歪差や外圧による変位を吸収できる。

チップ1は、論理機能、記憶機能等を有しており、半導体装置の機能を構成するためのものである。

12はリービピンであり、搭載用配線基板2の下部に複数配置して設けられている。このリードピン12は、搭載用配線基板2の接続孔と配線10とを介して、半導体チップ1と外部機器とを接続するためのものである。

配線基板2のピン12側とは反対側には、熱拡散板3がエラストマー6で接着されており、該熱拡散板3と半導体チップ1および配線10はエラストマー7及びコーティングゲル9によって接着されている。半導体チップ1と熱拡散板3との間のすきまは、熱伝達率を良くするため比較的小さく設定されている。配線基板2のピン12側は半導体チップ1を覆うようにエラストマー7を介してキャップ11が取り付けられている。熱拡散板3の上部にはコイルバネ状エラストマー5を介して連結板4が設けられ、熱拡散板3と連結板4とは外周部で弾性を有する支持体30で支持されている。13は冷却するためのジャケットであり、

グリース 21 を介して連結板 4 の上部に設けられ、連結板 4 とはボルト 16 によって固定されている。このジャケット 13 は、その内部に適度なキャビティ（図示せず）を有しており、冷却流体が流通するようになっている。ジャケット 13 の一側面部に冷却流体入口 14 が設けられ、他側面部には冷却流体出口 15 が設けられている。この冷却流体入口 14 からキャビティ内部に注入された冷却流体は、冷却流体出口 15 から半導体装置外部に排出されるようになっている。このジャケット 13 は通常、アルミなどの軽い材料にて形成される。

ここで、コイル状バネエラストマー 5 は、熱伝導率の良い線状のものからコイル状に形成した小径のコイルバネを多列に並べた弾性体であり、このコイルバネ状エラストマー 5 は、連結板 4 および熱拡散板 3 とは密着されている。

なお、第 1 図では、連結板 4 とジャケット 13 とはボルト 16 によって固定した実施例を示したが、連結板 4 とジャケット 13 とを一体的に形成

板 3 とを弾性を有する支持体 30 で連結させる構成としているため、下記のような作用効果を奏する。ジャケット 13 などの外部ヒートシンクと接続する一体構造のパッケージそのものにコイルバネ状エラストマー 5 で変位を吸収できるので、ヒートシンクを取り付ける場合も半導体チップ 1 に余分な力がかかることがない。そのため特別な接続方法を講じることなく、単にボルト締めによってヒートシンクと連結板を接続することができる。従って、ヒートシンクを取り付ける場合も組立てが容易である。又、以上のように、コイル状エラストマーは変位吸収作用があるとともに、接触面積が大きいため熱抵抗を小さくできるという効果がある。

又、連結板 4 とジャケットを一体的に形成した場合も含めて、ジャケット 13 と熱拡散板 3 との間の温度差によって熱的な変位が生じたとしてもコイルバネ状エラストマー 5 によって、変位を吸収できるので、半導体チップ 1 の信頼性が向上する。

しても良い。

以上のように構成された電子機器冷却装置の動作について説明する。電子計算機が始動されて半導体チップ 1 で発生した熱は、エラストマー 7、コーティングゲル 9 を介して熱拡散板 3 に熱伝達される。熱拡散板 3 に伝熱した熱はさらに、コイルバネ状エラストマー 5 を介して連結板 4、グリース 21、ジャケット 13 へと熱伝達される。ジャケット 13 へ伝達された熱は、冷却流体入口 14 から供給された冷却流体によって熱を奪われ、熱を奪って暖まった冷却流体は冷却流体出口 15 よりジャケット 13 から排出される。ここで、コイルバネ状エラストマー 5 は第 2 図に示すように小径のコイルバネを多列に並べた構造で形成されているので、金属の各コイル部分を熱伝導するため、熱拡散板 3 と連結板 4 の間の熱抵抗はきわめて小さく抑えられる。

本実施例の電子機器冷却装置は以上説明したように、熱拡散板 3 と連結板 4 との間にコイルバネ状エラストマー 5 を介在させ、連結板 4 と熱拡散

本発明の他の実施例を第 3 図から第 7 図に示す。本実施例においては、配線基板 2、熱拡散板 3 などの構成は、第 1 図および第 2 図に示す実施例と同様な構成であるが、第 3 図に示すようにヒートシンクとして空冷フィン 17 を用い、連結板 4 と熱拡散板 3 との間にエラストマーとしてゴム状部材 31 を用いている。空冷フィン 17 の場合は端部が拘束されていないので、ヒートシンクの熱変形が吸収可能な程度のエラストマーを用いればよい。この場合も、連結板 4 とフィン 17 とは、フィン 17 を取り除いたパッケージ単体を示した第 4 図に示すように、連結板 4 に設けたボルト 16 にフィン 17 をグリース 21 を介して組み合わせてナット 16a で固定しても良いし、連結板 4 とフィン 17 とを一体的に形成しても良い。

本実施例では、パッケージの中に、すなわち、連結板 4 と熱拡散板 3 との間にエラストマーが内蔵されているので、ヒートシンクはボルト締めで行うことができる。又、ゴム状エラストマー 31 を介在させているので、熱変形、ヒートシンクに

作用する力によって、半導体チップ 1 に無理な力がかからない効果がある。

第 3 図および第 4 図では、連結板 4 と熱拡散板 3 との間にゴム状エラストマーを設けたが、ゴム状エラストマーの代わりに、第 5 図に示すようにそれぞれ水枕状エラストマー 33、金網状エラストマー 34、平バネ状エラストマー 36 を設けることができる。

第 5 図は水枕状のエラストマーを適用した例を示す図である。水枕状エラストマー 33 は、内蔵液体を覆う外被 33a を有し、外皮 33a の材質はゴム、プラスチック、金属等が好適である。また、内蔵液体は水、パラフロロカーボン（フッ化炭素）、液体金属等、熱伝導に優れ、低腐食性のものが望ましい。この水枕状エラストマー 33 を、連結板 4 と熱拡散板 3 の間に介在させて例えば外周端でボルト 17 により固定させている。水枕状エラストマー 33 を用いた場合は、外皮 33a を自在に変形させることができ、連結板 4、熱拡散板 3 との密着性が良くなる。又、変形を吸収する

してパッケージングされた構造になっている。このパッケージは、第 8 図、第 9 図に示したように、ボード 19 上にピン 12 を介して配置された大きさや高さの異なる半導体チップ 1 と、該半導体チップ 1 とボード 19 の外周側に形成された外枠 38 の上部に固定される連結板 25 との間に設置された水枕状エラストマー 37 から構成される。第 8 図ではパッケージにグリース 21 を介して空冷フィン 17 を取り付けた例を示しており、第 9 図ではパッケージにグリース 21 を介してジャケット 13 を取り付けた例を示している。

以上のように構成しているので、水枕状エラストマー 37 が変形し、半導体チップ 1 の大きさや高さが異なっても変位を吸収でき、熱伝達の良い冷却装置を提供できる。

本発明のさらに他の実施例を第 10 図および第 11 図に示す。

本実施例は柔軟構造を有する熱伝導体である混合材エラストマー 39 とヒートパイプ 22 を一体構造としたものをヒートシンクとした例を示して

ことができる。第 6 図は金網状エラストマーを適用した例を示す図であり、内部に設けた金網状部材と外周端に設けたゴム状部材をエラストマーとして用いている。金網状部材は熱伝導性に優れた変形部材としての役割を担うものであり、ゴム状部材は予め定められた特定の寸法へ復元させる働きをする。第 6 図に示すエラストマーの構造は信頼性（耐久性）が高いという特長を有する。第 7 図は平バネ状のエラストマーを適用した例を示す図である。平バネ状エラストマーは十分弾性を有する板を波板状に形成したものであり、これを連結板 4 と熱拡散板 3 との間に介在させ、連結板 4、熱拡散板 3 の外周端で止め金 18 で固定させている。この実施例は構造が簡単であるという点に特長がある。

本発明のさらに他の実施例を第 8 図および第 9 図に示す。本実施例は、マルチチップパッケージに適用した例を示したものである。すなわち、大きさや高さの異なる複数の半導体チップ 1 に接触させて水枕状エラストマー 37 を設けて、一体化

している。本実施例においては、第 10 図に示すようにボード 19 上に大きさや高さの異なる半導体チップを配置したボード 2 板の間にヒートシンクを挿入している。このヒートシンクは、第 11 図に示すようにヒートパイプ 20 の両側に水枕状エラストマー、金網状エラストマーなどからなる混合材エラストマー 20 が設けられている。本実施例では、混合材エラストマー 39 を両側に設けた例を示しているが、適宜壁側に設けるようにしても良い。本実施例によれば、熱変形などを吸収できる他、種々なサイズの発熱体を有するボード間に挿入することにより、均一な冷却が可能となる。

#### 〔発明の効果〕

本発明によれば、第 1 に半導体チップを冷却するための熱拡散板と連結板との 2 つの層の間にゴム状体、コイル状体等の弾性熱伝導体からなるエラストマー層を設けているので、熱歪の吸収などを考える必要がなく、LSI チップの発熱量に応じて種々のヒートシンクを容易に接続することができる効果がある。又、エラストマー層で熱歪差

や外圧による変位を吸収できる効果がある。

第2にエラストマー層を介して半導体チップと熱的に接続させた連結板にヒートシンクを固定するための取りはずし可能な固定手段を設けているので、システムの冷却装置を構築する場合に発熱量に応じたヒートシンクを自在に取りつけられるので、フレキシブルに設置できる効果がある。

第3に、複数の半導体チップと連結板との間に水枕状エラストマーあるいは混合材エラストマーを設けているので、半導体チップの大きさや高さが異なっても自在に変形して、半導体チップと連結板とは密着性良く接触するため、熱伝達効率を良くすることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例を示す冷却装置の縦断面図、第2図は第1図のコイルバネ状エラストマー部分を拡大した斜視図、第3図は本発明の他の実施例を示す冷却装置の縦断面図、第4図は第3図のフィンを取りはずした縦断面図、第5図～第7図はエラストマーの変形例を示す縦断面図、

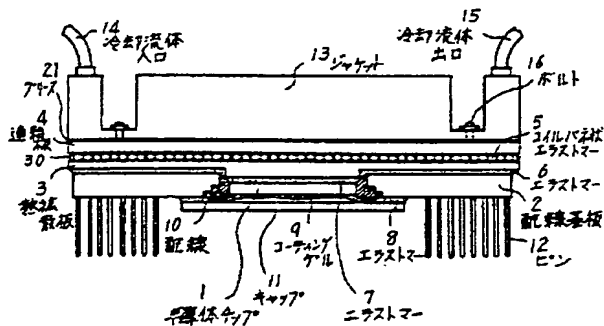
第8図および第9図は本発明の他の実施例を示す縦断面図、第10図は本発明のさらに他の実施例を示す縦断面図、第11図はエラストマー部の部分を拡大して示す斜視図である。

1…半導体チップ、2…配線基板、3…熱拡散板、4…連結板、5…コイルバネ状エラストマー、6…エラストマー、7…エラストマー、8…エラストマー、9…コーティングゲル、10…配線、11…キャップ、12…ピン、13…ジャケット、14…冷却流体入口、15…冷却流体出口、16…ボルト、17…フィン、18…ボルト、19…ボード、20…ヒートパイプ、21…グリース、31…ゴム状エラストマー、33…水枕状エラストマー、34…金網状エラストマー、36…平バネ状エラストマー。

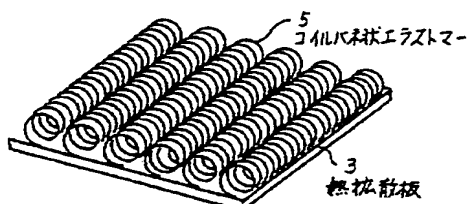
代理人 弁理士 小川勝男



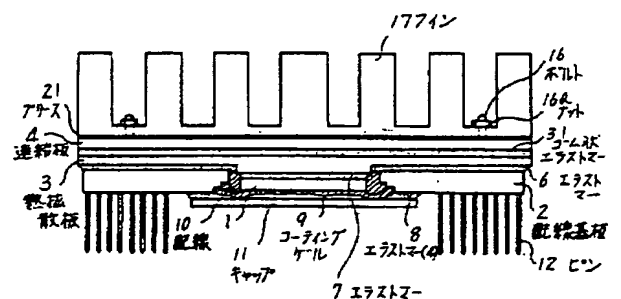
第 1 図



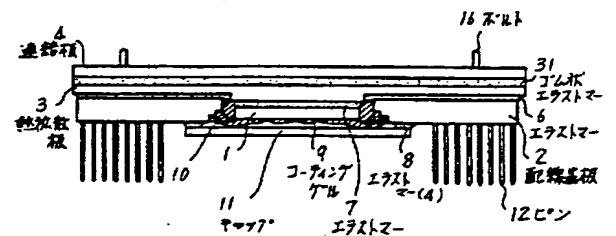
第 2 図



第 3 図

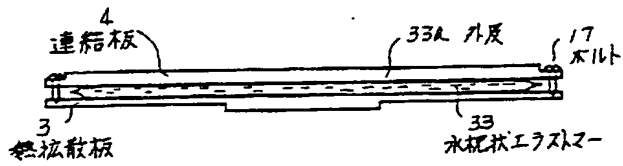


第 4 図

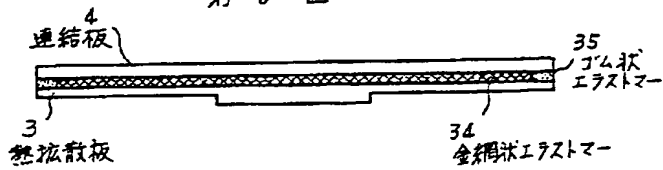




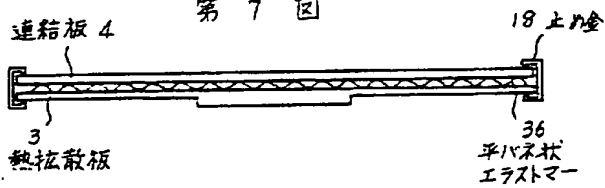
第 5 図



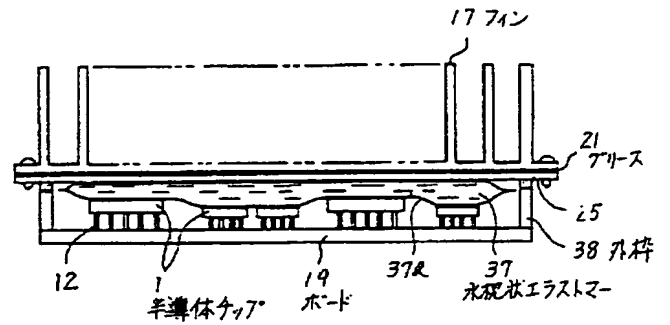
第 6 図



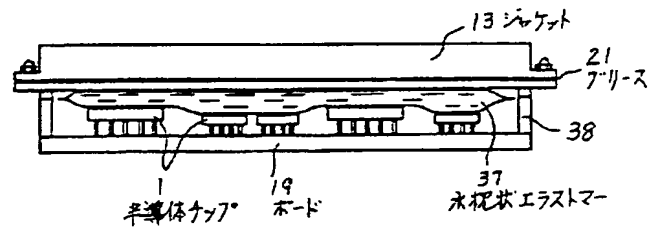
第 7 図



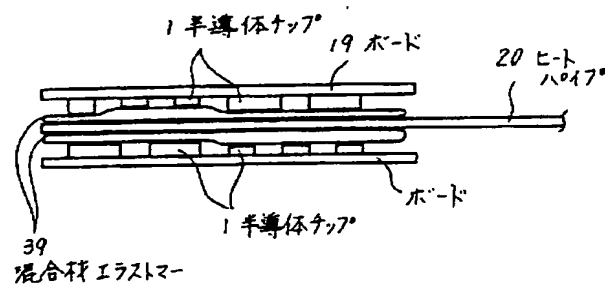
第 8 図



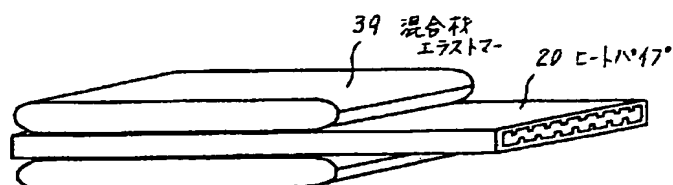
第 9 図



第 10 図



第 11 図



## 第 1 頁の続き

⑫発明者	大橋	繁男	茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内
⑬発明者	井上	滉	茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内
⑭発明者	佐藤	元宏	茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内
⑮発明者	大塚	寛治	東京都青梅市今井2326番地 株式会社日立製作所デバイス開発センタ内
⑯発明者	白井	優之	東京都青梅市今井2326番地 株式会社日立製作所デバイス開発センタ内
⑰発明者	大場	隆夫	神奈川県秦野市堀山下 1 番地 株式会社日立製作所神奈川工場内
⑱発明者	山際	明	神奈川県秦野市堀山下 1 番地 株式会社日立製作所神奈川工場内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**